

Zur näheren Kenntniß des *Proventriculus* und der *Appendices ventriculares* bei den Grillen und Laubheuschrecken.

Von Dr. V. Graber in Vinkovce.

(Mit 3 Tafeln.)

Als ich das erste Mal im Arbeitszimmer meines unvergeßlichen Lehrers des H. Prof. Dr. Cam. Heller, ich darf sagen, aus reiner Neugierde den Kaumagen einer Feldgrille aufschneide, und ein Stück von der Innenseite desselben unter dem Mikroskop betrachtete, war meine Freude beim Anblick der so zierlich und regelmäßig angeordneten Chitinbildungen so groß, daß ich mir sogleich vornahm, bei schicklicher Gelegenheit über den Gegenstand meines Vergnügens eingehendere Studien zu machen.

Da Dufour, der einzige bemerkenswerthe Schriftsteller über den gesammten anatomischen Bau der *Orthoptera Saltatoria* L. a. r. ¹⁾ von der Beschaffenheit des *Proventriculus* dieser Insekten nur im Allgemeinen und überhaupt sehr wenig berichtet, ferner seine einzige Abbildung über diesen Gegenstand, nämlich die der Chitinplatten an der Innenwand des Kaumagens einer Feldgrille, sehr wesentliche Unrichtigkeiten enthält und uns namentlich über die Bewegung der einzelnen Kaustücke des genannten Organes völlig im Unklaren läßt, so wurde ich in meinem Vorhaben, die Organisation des *Proventriculus* näher zu untersuchen, noch bestärkt, und wird hiermit auch die Veröffentlichung der möglichst kurz gefaßten Resultate der dießbezüglichen Studien gerechtfertigt.

Die allgemeine Organisation des *Proventriculus* bei den Grillen und Laubheuschrecken.

Der *Proventriculus* (Fig. 2 u. 12, P.) auch Kau- und Vormagen genannt, erscheint bei den Grillen und Laubheuschrecken als

¹⁾ Recherches sur l'anatomie des *Orthopteres*, *Hymenopteres* etc.

die unmittelbare Fortsetzung des Oesophagus ¹⁾ (Fig. 2 u. 12, *Oe*), von dem sie stets durch eine ziemlich tiefe Einschnürung (Fig. 2 u. 12, *σ*), z. B. bei *Decticus*, *Platycteis*, *Orphanina* etc., oder durch einen engen Canal (Hals), z. B. bei *Gryllus*, *Ephippigera* u. s. w. getrennt wird. Im letztern Falle ist die Innenseite dieser Verbindungsröhre (also des Halses) entweder mit der des Proventriculus von ganz analoger Beschaffenheit (*Ephippigera*) und daher der genannte Theil, physiologisch genommen, gleichfalls zum Kaumagen zu rechnen, oder sie ist ähnlich gebildet wie der Oesophagus, und dann natürlich als ein integrierender Bestandtheil des letztern anzusehen.

Was nun zunächst die Länge des Proventriculus betrifft, so ergibt sich aus einer großen Reihe von mir ausgeführter Messungen, daß dieselbe bei den Locustiden im Vergleich zur Längendimension des Körpers entschieden kleiner sei als bei den Grillen, obwohl die Gesamtlänge des ganzen *Tractus intestinalis* bei den Locustiden größer ist, als bei den Grillen.

Die mittlere Verhältnißzahl zwischen der Körperlänge und der des Kaumagens ist nämlich bei den von uns untersuchten hier einheimischen Grillenarten 8 (bei *Gryllus campestris* sogar nur 6) während das genannte Verhältniß bei den Locustiden durch eine Zahl, die je nach den verschiedenen Gattungen zwischen 16 und 17 schwankt, ausgedrückt werden kann.

Um ein specielles Beispiel anzuführen, so beträgt die Körperlänge der *Ephippigera vitium* ♀ im Mittel 33 Mm., die Länge des Verdauungscanales 96 Mm. und jene des Kaumagens 3 Mm.; sonach mißt der *Proventriculus* dieses Thieres nur den 32. Theil des ganzen *Tractus intestinalis* und den 11. Theil der Körperlänge. Bei einer Feldgrille im letzten Entwicklungsstadium fand ich die Körperlänge gleich 27 Mm. und die des ganzen Darmrohres gleich 44 Mm. woraus sich ergibt, daß der 4 Mm. lange Kaumagen nur 11mal kleiner als der Verdauungscanal und 7mal kleiner als die Länge dieses Insectes ist.

1) Die hintere oft saek- oder birnförmig erweiterte Partie des Ösophagus pflegt man gewöhnlich als Kropf oder Saugmagen zu bezeichnen, da es aber bei einer großen Reihe von Orthopteren schwer zu sagen ist, wo die eigentliche Speiseröhre endigt und der Kropf beginnt, so habe ich von dieser Bezeichnung gänzlich Umgang genommen und spreche hier stets vom Ösophagus im weiteren Sinne.

Übergehend zur äußern Form des Proventriculus, der gewöhnlich eine weißlich- bis graulichgelbe Farbe besitzt, so ist dieselbe bei den meisten von uns untersuchten Arten ziemlich gleich, und zwar vorherrschend birnförmig (Fig. 1), seltener (*Ephippigera*) mehr walzenartig mit in der Mitte ausgebauchten Wandungen. Im vollkommen ausgebildeten Zustand, sowie in den letzten Entwicklungsstadien der genannten Thiere ist der Kaumagen, welcher gewöhnlich innerhalb des ersten oder zweiten Abdominalringes liegt, meistens von den am Anfang des Chylusmagens inserirten blindsackartigen Ausstülpungen (*Appendices ventriculares*) verhüllt, indem sich diese zwei Anhängsel (Fig. 12, *A*) klappenartig an die Seiten des Proventriculus anlegen und sogar mittelst vieler Tracheenäste, die sich von den genannten Organen an den Kaumagen hinüberziehen, (Fig. 12, *T*) an demselben festgehalten werden, weshalb man zum Behufe einer Untersuchung der Appendices v. das verbindende Tracheennetz sehr sorgfältig zertheilen muß, was am Besten geschieht, wenn man den aus der Leibeshöhle losgelösten Verdauungscanal in Wasser gibt, wo dann die Appendices sich bald ablösen und schön ausbreiten.

Das hintere zugespitzte Ende des Kaumagens zeigt an der Mündung desselben einen ringförmigen Wulst (Fig. 2, 12, 13, *a*), der aber nur sichtbar wird, wenn man den Proventriculus von den Appendices los macht, was, für die Untersuchung des Zusammenhanges dieser Theile, leider nur allzuleicht, d. i. ohne daß man es beabsichtigt, geschieht.

Diese Verbindung des hintern Kaumagenendes mit den zwei Ausfackungen am Chylusmagen einerseits und mit dem letztern, als der geraden Fortsetzung des *Tractus intestinalis* andererseits, geschieht auf eine bisher von keinem Orthopterologen berührte nicht uninteressante Art, zu dessen Verständniß wir aber zuerst einige Worte über die histiologischen Verhältnisse des genannten Abschnittes vorausschicken müssen.

Die Wandungen des Proventriculus und der Speiseröhre werden bekanntlich von zwei Membranen gebildet, welche, namentlich wenn der Darmeanal längere Zeit in Spiritus gelegen ist, ungemein leicht in ihrer ganzen Ausdehnung von einander getrennt werden können. Die äußere dieser zwei Schichten ist eine Muskelhaut (Fig. 13, *Oe, P, m, m*, die quergestrichelte Partie der Zeichnung), die

aus mehreren Lagen von abwechselnden Längs- und Quermuskelprimitivfasern zusammengesetzt wird. Diese Fasern, welche bekanntlich bei den Hexapoden stets fein quergestreift erscheinen, auch wenn sie nicht von erwiesenermaßen willkürlichen Muskeln herkommen, haben am Proventriculus einer Feldgrille (im letzten Entwicklungsstadium) eine Breite von 0·010 Mm. 1).

Die innere Auskleidung des Proventriculus und der Speiseröhre so wie des ganzen Darmrohres besteht aus der Chitinhaut, welche, gleich der Muskelhaut, im Kaumagen eine sehr mächtige Lage bildet und an ihrer Innenseite jene zierlichen Vorsprünge zeigt, die eben der Hauptgegenstand vorliegender Arbeit sind (Fig. 13, *Oe*, *P*, *ch*; der weiß gelassene Theil d. Zeichnung). Unmittelbar vor und um die Ausmündung des Vormagens schwillt die Chitinhaut zu einer ringförmigen Wulst an, und setzt sich dann als die Innenwand des cylindrischen Chylusmagens in gerader Richtung nach unten fort. Die Muskelhaut dagegen löst sich am genannten Wulstringe, wo sie gleichfalls bedeutend anschwillt, von der Chitinmembran ab, und bildet die mehrmals genannten zwei sackartigen Ausstülpungen oder Duplicaturen.

Figur 13, welche einen etwa viermal vergrößerten Längsdurchschnitt durch die Speiseröhre, den Proventriculus, die Appendices und den Chylusmagen einer *Decticus verrucivorus* darstellt, erläutert dieses Verhältniß. Man sieht dort, wie unmittelbar unter der Wulst *a* die Muskelhaut die Chitinmembran verläßt und eine taschenartige Duplicatur (*A*) bildet, um dann in sehr geringer Entfernung von der Wulst wieder an die Chitinröhre des Chylusmagens zurückzukehren und die äußere Wandung desselben zu bilden.

Zwischen der innern Chitin- und der äußern Muskelhaut findet sich eine am Vormagen und dem Ösophagus fehlende oder doch nur sehr wenig entwickelte Lage von Drüsenzellen, die namentlich auch das sehr beträchtliche Vacuum der Appendices erfüllt 2).

1) Die Breite der Muskelprimitivfasern im Hinterschenkel des gleichen Insectes ist größer und beträgt 0·013 Mm. und jene der Muskelfasern an den Epimeren 0·012 Mm.

2) Daß die in den *Appendices* und die in der Drüsenhäute zwischen Chitin- und Muskelhaut des Chylusmagens enthaltenen Zellstoffe von gleicher Beschaffenheit seien, lehrt wenigstens der mikroskopische Angensehein; deßhalb ist es aber noch immer möglich, daß die in den zwei genannten Abschnitten enthaltenen Materialien chemische Differenzen zeigen, was ich leider nicht untersuchen kann.

Über die physiologische Bedeutung der erwähnten Drüsen-
schichte kann dermalen, so lange die chemische Constitution des
ölröpfchenartigen Inhaltes derselben im Dunkel liegt, weiter
nichts mit Bestimmtheit behauptet werden, als daß dieselbe offenbar
mit der Verdauung in Zusammenhang steht.

Der Umstand, daß diese Zellenmasse in den *Appendices* zum
größten Theile in chitinösen Schläuchen (Fig. 13, A, r) von bei-
läufig 0.049 Mm. Dicke und schwer zu ermittelnder, doch nicht sehr
beträchtlicher Länge (im Maximum vielleicht 5—7 Mm.) enthalten
ist, welche Schläuche namentlich an den Enden der *Appendices* frei
aus denselben hervorragen (Fig. 12, r), was offenbar durch die
Maschen des Muskelgewebes hindurch geschehen kann, der Umstand
ferner, daß die aus den *Appendices* heraushängenden mit dem Drüsen-
zellenstoffe erfüllten wurmförmigen Röhrechen nach meiner Unter-
suchung nicht blind endigen, veranlaßt allerdings zur Frage, ob die
in diesen Röhrechen enthaltene Zellenmasse zur Abgabe in den Chylus-
magen bestimmt sei oder in die Leibeshöhle sich ergießt. Un-
zweifelhaft scheint mir nur, daß diese Flüssigkeit, wenn sie auch
durch die genannten Schläuche in der That nach außen entleert
würde, nicht Chymus, sondern ein anderes Sekret sei.

Nach dem Bisherigen dürfte es klar sein, daß die *Appendices*
nicht „einfache Ausfackungen des Chylusmagens“, als welche sie
meines Wissens überall bezeichnet werden, sind, obwohl eine inte-
grirende Membran des Chylusmagens nämlich die Chitinhaut an
den *Appendices*-Wandungen nicht vorkommt, wovon ich mich durch
zahlreiche mikroskopische und chemische Untersuchungen über-
zeugte ¹⁾, ferner in den genannten Abschnitten niemals der im Chylus-
magen enthaltene rohe Nahrungsbrei zu sehen ist; sondern
entweder Ausstülpungen der Drüsen-
schichte genannt werden müssen, wenn nämlich die in der letztern und die in den *Appendices* enthal-
tenen Stoffe dieselben sind, oder, wenn das nicht der Fall ist, als
eigene Drüsen von gegenwärtig freilich noch räthselhafter Function
aufzufassen sind.

¹⁾ Da diese *Appendices* von einem dicht gewobenen Tracheennetz umflochten sind,
welches, mit Ätzkali behandelt, unversehrt bleibt, so darf man nicht in diesem
chitinösen Rückstand die fragliche Chitinhaut der *appendices* sehen wollen. Das
Vorhandensein der für die Tracheen so charakteristischen spiralfaserartigen An-
schwellungen kann übrigens einen solchen Zweifel schwer aufkommen lassen.

Nicht übergehen kann ich bei dieser Gelegenheit den Umstand, daß ich in den Appendices mehrerer, namentlich zu Hause im Winter mit Brod gefütterter Feldgrillen das Vorkommen von Gregarinen beobachtet habe.

Die Gestalt dieser Wesen, die im Durchschnitt eine Länge von 0.2—0.3 Mm. hatten, und an denen ich niemals eine willkürliche Bewegung wahrnehmen konnte, war in einem und demselben Appendix ziemlich verschieden, bald mehr niedergedrückt walzenförmig und dann an einem (wohl dem vordern) Ende etwas meist herzförmig zugespitzt und hinten abgerundet, bald mehr plattkugelig. Von einem stärker entwickelten Bläschen in dem wie aus winzigen Öltröpfchen gebildeten Inhalte dieser Organismen war Nichts zu sehen.

An jeder Gregarine unterschied ich zwei durch einen lichten von der erfüllenden Körpersubstanz frei gelassenen Querstreifen (Fig. 14, μ) und durch eine beiderseitige seichte oder tiefere Einkerbung an derselben Stelle getrennte Partien, von denen die vordere (Fig. 14, σ) beiläufig ein Drittel der ganzen Körperlänge betrug.

Die einzelnen Individuen waren gewöhnlich perlschnurartig in langen Ketten aneinandergereiht, und zwar derart, daß ein Theil des vorderen meist umgekehrt herzförmigen Körpertheiles im hinteren Ende des vor ihm befindlichen Wesens auf eine mir unbekannt Weise inserirt ist (vergl. Fig. 14).

Kehren wir wieder zum Proventriculus zurück. Wenn man den Kaumagen einer Grille oder Laubheuschrecke aufschneidet, so erblickt man schon mit freiem Auge, namentlich bei den größeren Formen, im Innern desselben ganz regelmäßig angeordnete Erhabenheiten der Chitinschichte (Fig. 2, h) von licht- bis dunkelbrauner Farbe und hornartigem Aussehen. Bei näherer Untersuchung erkennt man bei sämtlichen von mir untersuchten Arten, deren Aufzählung weiter unten folgt, an der genannten Chitinauskleidung des Kaumagens sechs ¹⁾ congruente Längsstreifen, die durch eben so viele Längsleisten, welche in einer zwischen den Längsstreifen gelegenen Vertiefung angebracht sind, getrennt werden.

¹⁾ Friedrich Brauer in seinen „Beiträgen zur Kenntniß des inneren Baues und der Verwandlung der Neuropteren“; Verhandlungen des zool botanischen Vereines in Wien, Bd. V, 1853, p. 713. gibt an, daß der Vormagen von *Mantispa pagana* Fabr.

Ich nannte diese sechs Partien des Proventriculus congruent, weil dieselben, sowohl was Größe als Form anlangt, ganz gleichartig gebildet sind und sich die chitinösen Erhabenheiten einer dieser Streifen in den anderen wiederholen. Speciell Längsstreifen oder Haupt (-Längs-) segmente der Chitinschicht des Kaumagens nenne ich dieselben, weil durch die erwähnten sechs Längsleisten die innere Auskleidung des Vormagens in eben so viele Längspartien zerfällt.

Betrachten wir uns einen dieser Längsstreifen des Proventriculus näher, so sehen wir, daß derselbe mit alleiniger Ausnahme des Vormagens der *Orphanina denticauda* aus drei Längsreihen von regelmäßig hintereinander postirten Chitinplatten zusammengesetzt wird, von denen die Platten der mittleren Reihe, welche sowie die der benachbarten Plattenreihen senkrecht gegen ihre Unterlage, d. i. die Wandungen des Kaumagens stehen (Fig. 2, 3, 4, 5 etc., h_1, h_2, h_3 etc.), besonders stark entwickelt erscheinen und (wenn sich der Magen zusammenzieht) beinahe die mittlere Axe des Vormagen-
vakuums erreichen, während die beiderseits dieser Plattenreihe befindlichen Gebilde, die also unmittelbar neben den Längsleisten liegen, ungleich kleiner sind und nur wenig in den Hohlraum des Proventriculus hineinragen. Daher glaube ich für die letztgenannten zwei Formen von Chitinvorsprüngen die Bezeichnung „Haupt- und Nebenplatten“ respective „Haupt- und Nebenreihen“ anwenden zu dürfen.

Setzen wir statt der Hauptplatten h , statt der Nebenplatten n und statt der Leisten L , so kann die gegenseitige Lage der Platten in einem quer durch den Vormagen geführten (also Horizontal-) Schnitt durch die kreisförmig in sich zurückkehrende Buchstabenreihe

$$L_1 n_1 h_1 n_1 L_2 n_2 h_2 n_2 L_3 n_3 h_3 n_3 L_4 n_4 h_4 n_4 L_5 n_5 h_5 n_5 L_6 n_6 h_6 n_6,$$

wobei

$$L_1, L_2 \dots n_1, n_2 \dots h_1, h_2 \dots$$

congruent sind, symbolisch dargestellt werden.

dem Kaumagen vieler Orthopteren gleiche. Derselbe habe innen mehrere (8?) deutliche erhabene derbe Leisten, die der Länge nach verlaufen. Ich begreife nicht warum der hochgeehrte Herr Verfasser über die Zahl dieser Längsleisten im Zweifel sein konnte.

Wollte man noch außer den in einer Horizontalreihe stehenden Platten auch die in einer Längsreihe oder Verticalcolumnne befindlichen durch oben angebrachte fortlaufende Indices an den genannten Buchstaben bestimmen, so ergäbe sich für den ganzen Plattencomplex des Kaumagens das Schema:

$$\begin{array}{ccccccc} L_1^1 n_1^1 h_1^1 n_1^1 L_2^1 n_2^1 h_2^1 n_2^1 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & L_6^1 n_6^1 h_6^1 n_6^1 \\ L_1^2 n_1^2 h_1^2 n_1^2 L_2^2 n_2^2 h_2^2 n_2^2 & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & L_6^2 n_6^2 h_6^2 n_6^2 \\ \vdots & & & & & \\ L_1^r n_1^r h_1^r n_1^r L_2^r n_2^r h_2^r n_2^r & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & L_6^r n_6^r h_6^r n_6^r \end{array} \quad 1)$$

wenn wir die außerordentlich wechselnde Anzahl der in einer Längsreihe stehenden Platten mit r bezeichnen.

Im Allgemeinen läßt sich über die Anzahl der in einer Längsreihe stehenden Haupt- und Nebenplatten nur sagen, daß dieselbe bei den kleineren Arten auch geringer, so wie bei den größeren auch größer sei. Als Maximum fand ich (bei *Orphania* und *Decticus*) 17, als Minimum (bei *Odontura Boscii*, *Xyphidium fuscum*) 7 Platten in einer Reihe. Die einzelnen in einer Verticalcolumnne stehenden Platten sind übrigens, wie das aus der Form des Proventriculus hervorgeht, nicht alle von gleicher Größe, sondern nehmen im Allgemeinen von der Mitte des Kaumagens gegen die Enden desselben hin ab (eine Ausnahme bildet *Orphania*) und setzen sich mitunter (*Ephippigera*) freilich in sehr verkleinertem Maßstabe noch in den Ösophagus hinein fort (Fig. 2, n, n' ; h, h'). Die zwischen den einzelnen Längsstreifen liegenden Leisten, welche nur selten die vordere Mündung des Kaumagens erreichen, und sich namentlich niemals bis in den Hals desselben oder gar in die Speiseröhre hinein erstrecken, sondern gewöhnlich erst im ersten Viertel oder gar Drittel des Proventriculus beginnen, nehmen nach hinten an Breite zu und enden, wie die neben liegenden Platten, vor der hinteren Einschnürung des genannten Organes.

Im Allgemeinen sind die Leisten wenigstens zweimal schmaler als die Neben- und etwa im Durchschnitt acht- bis zehnmals schmaler als die Hauptplatten.

1) Es ist wohl klar, daß dieses Schema weiter keinen Zweck hat, als die in der That mathematisch regelmäßige Anordnung der Chitinplatten auch durch mathematische Zeichen auszudrücken.

Sowohl die Neben- als Hauptplatten erheben sich auf besonderen flach ausgebreiteten Unterlagen.

Die Form der letzteren ist bei den Nebenplatten ziemlich constant, meist vier- bis dreieckig (Fig. 3, u_3 , u_4); die Unterlagen der Hauptplatten sind von mehr krummliniger quergestreckter Gestalt (Fig. 7, U_2 . . U_7).

Sowohl diese Unterlagen als die zwischen den einzelnen Vorsprüngen liegenden Stellen der Chitinhaut zeigen eine mit dicht gedrängten Borsten besetzte Oberfläche, sowie man auch auf der Innenseite des Ösophagus außer den streifenartigen Erhabenheiten derselben, die als Fortsetzung resp. als Anfang der Plattenreihen im Kaumagen anzusehen sind, noch besondere dicht nebeneinander liegende winzige Chitinschüppchen erblickt (Fig. 2, s), während die äußere Seite der Chitinmembran dieses Abschnittes wie in Fig. 2, e facettiert erscheint ¹⁾.

Gehen wir nun zur Betrachtung der äußeren Membran des Proventriculus, d. i. zur Muskelschichte über.

Wenn man diese, am Kaumagen sehr mächtig entwickelte, Membran von der inneren Chitinlage desselben sorgfältig lostrennt und dieselbe auf ihrer Innenseite näher untersucht, so überzeugt man sich, bei größeren Formen schon mittelst einer Loupe, leicht, daß dieselbe einen getreuen Abdruck der inneren Chitinauskleidung bildet; wir erblicken nämlich darauf ganz dieselben Erhabenheiten, sowohl was Form als Anordnung betrifft, die wir bereits früher besprochen haben.

Über die Bedeutung und den Zusammenhang dieser Vorsprünge mit denen an der Innenseite des Magens gibt uns sogleich ein Blick auf die von der Muskellage entblößte Außenseite der Chitinschichte (Fig. 1) Aufschluß. Diese zeigt uns nämlich ein zierliches, höchst regelmäßiges Maschenwerk oder Gerüste von abwechselnd soliden und durchbrochenen (resp. vertieften) Stellen, von denen die letzteren eben jene Höhlungen bilden, welche durch die einzelnen Vorsprünge der Muskellage ausgefüllt werden; mit anderen Worten: die

¹⁾ Nach Fr. Brauer (vergl. die citirte Arbeit desselben, Tab. 1, 4', a 4'', b) ist bei einem Neuropteron, dem *Limnophilus fuscus*, das Aussehen der Chitinhaut des Ösophagus ganz ein ähnliches, wie wir dasselbe eben bei Orthopteren beschrieben haben.

Chitinplatten der Innenseite sind hohl und werden von den besagten Muskelvorsprüngen, welche bis in die kleinsten Erhabenheiten z. B. Zacken, Zähne, Höcker etc. der Chitinplatten treten, bewegt (Fig. 15 und 13, *m'*).

So wie nun jeder Chitinplatte ein eigener Muskel entspricht, der, wie bereits erwähnt, die Form derselben bis in's kleinste Detail wiederholt, und nur, wie aus der Natur der Sache von selbst hervorgeht, als der erfüllende Theil dem Umfange nach kleiner als der erfüllte sein muß, eben so entspricht jeder Längsleiste im Innern einerseits eine rinnenartige Längsvertiefung an der Außenseite und andererseits wieder ein leistenartiger Vorsprung an der Muskelhaut, der sich in diese Rinne einsenkt (vergl. *h*, *n*, *l* in Fig. 1 mit *h*, *n*, *l* in Fig. 5).

Bemerkenswerth erscheinen noch an der Außenseite des Chitingerüstes die am hinteren Ende desselben befindlichen meist kugel- oder eiförmigen Anschwellungen (Fig. 1, *a*). Es läuft nämlich die zwischen einer Haupt- und Nebenplattenreihe eines Längsstreifens liegende Chitinhaut in einen kurzen Strang aus, der sich mit einem gleichliegenden Stränge des benachbarten Längsstreifens, indem diese zwei Stränge nach hinten convergiren und einen spitzen Winkel einschließen, zu der genannten Anschwellung vereint.

Es erübrigt uns noch einen kurzen Blick auf jene Organsysteme des Orthopterenleibes zu werfen, die sich an dem von uns behandelten Abschnitt des *Tractus intestinalis*, d. i. dem Proventriculus und den Appendices ausbreiten, nämlich die Respirationswerkzeuge und die Verzweigungen des *Nervus sympathicus*.

Was zunächst die erstern anlangt, so unterscheiden wir einen deutlichen breiten Tracheenstamm, der unmittelbar von einem Ventralstigma an die Appendices herantritt und dort eine größere Anzahl von parallel über die ganze Länge dieser Organe verlaufenden streifenartigen nahezu gleichen und ziemlich breiten Ästen abgibt, welche verhältnißmäßig sehr kleine Zweige absenden. Namentlich schön sieht man diesen Parallelismus der größeren Tracheenäste an den Appendices der *Orphania denticauda* (Fig. 12, *A*, *T*).

Der genannte Haupttracheenstamm versieht auch den Proventriculus. Und zwar unterscheiden wir hauptsächlich sechs Äste, die vom hinteren Ende desselben in einer Richtung am Kaumagen verlaufen, welche den sechs inneren Chitinleisten dieses Organes ent-

spricht. Von diesen sechs Hauptästen zweigen sich dann eben so viele sehr zarte Querästchen ab, als ein Längsstreifen des Proventriculus Platten enthält.

Außerdem schließt sich gewöhnlich um den Hals des genannten Organes ein besonderes Tracheenband, das sowohl aufwärts, zum Ösophagus, als abwärts, zum Kaumagen, Zweiglein entsendet.

Über den Verlauf der zwei Hauptlängsstränge des *Nervus sympathicus* und dessen Abzweigungen am genannten Abschnitt des Verdauungsrohres ist, wegen der außerordentlichen Zartheit dieser Fäden, weiter nichts bekannt, als daß der *N. sympathicus* am vorderen Ende des Kaumagens einen Knoten bildet, der zahlreiche Nervenfäden über die Oberfläche desselben aussendet.

Auf dem Appendix einer Feldgrille habe ich gleichfalls eine solche gangliöse Anschwellung des *sympathicus* entdeckt. Dieselbe war beiläufig 0.2 Mm. lang, von flaschenkürbisartiger Gestalt (Fig. 16) und von feinen Tracheenästen umstrickt.

Zum Schluß unserer allgemeinen Darstellung über den anatomischen Bau des Proventriculus bei den Grillen und Laubheuschrecken noch einige Worte über die physiologische Bedeutung dieses Organes im Allgemeinen und der einzelnen zusammensetzenden Elemente desselben insbesondere.

Daß der genannte Abschnitt nur zur mechanischen Zerkleinerung der aus dem Ösophagus in denselben übergehenden Nahrung bestimmt, also ein wahrer Kaumagen sei, das läßt uns schon ein ganz oberflächlicher Blick auf die Einrichtung dieses Organes vermuthen, und es wird diese Vermuthung zur Überzeugung, wenn wir die aus dem Proventriculus austretenden außerordentlich feinertheilten Nahrungstheilehen mit jenen der Speiseröhre vergleichen, in der meist noch viele ziemlich große Stücke sowohl von animalischen als vegetabilischen Stoffen vorkommen.

Die Art und Weise der Zerkleinerung der Nahrungsproducte im Kaumagen ist im Wesentlichen der, daß durch die Contraction der an diesem Organ so mächtig entwickelten Muskelhaut das Chitingerüste gleichfalls zusammengeschnürt wird, wodurch sich das Vacuum des Kaumagens bedeutend verringert und die in demselben befindlichen Nahrungsstoffe zwischen die einzelnen Reihen der meist mit Zacken, Zähnen etc. ausgestatteten Chitinplatten gepreßt wird,

welche dann, wie Mühlsteine, die in den Leistenvertiefungen befindlichen Nahrungsproducte zermalmten.

Dieser Vorgang lehrt uns auch die höchst wichtige Bedeutung der Leisten, beziehungsweise die Nothwendigkeit der zwischen zwei Hauptreihen liegenden vertieften Längsstellen der inneren Kaumagenwandung kennen. Wäre nämlich die Innenseite des Proventriculus in ihrer ganzen Ausdehnung dicht mit Platten besetzt, so wäre offenbar eine starke Zusammenschnürung desselben unmöglich, da selbst bei einer sehr bedeutenden Contraction der ganzen Muskelhaut das Chitingerüste wegen seiner Festigkeit verhältnißmäßig nur wenig comprimirt werden könnte; während bei der vorhandenen Einrichtung desselben bei einer allgemeinen Zusammenziehung der Muskelschichte die großen Muskelvorsprünge der Hauptplatten über die Muskelleisten das Übergewicht erhalten, in Folge dessen die chitinösen Hauptreihen sich gegen die Mittelaxe des Kaumagens bewegen können, indem die tieferen Partien an den Leisten nach auswärts zurückweichen.

Die einzelnen Muskelvorsprünge, welche sowohl die hohlen Haupt- als Nebenplatten erfüllen, haben meines Erachtens hauptsächlich den Zweck, die genannten Chitinbildungen elastisch zu erhalten, indem letztere, ohne von eigenen Muskeln in ihrer natürlichen Lage erhalten zu werden, einerseits durch den bei der Zusammenziehung des Proventriculus von der Nahrungsmasse auf sie ausgeübten Druck andererseits durch die Reibung mit den benachbarten Platten leicht niedergepreßt und unthätig gemacht werden könnten.

Von besonderer Wichtigkeit ist auch der enge durch die oben besprochene ringförmige Anschwellung der Chitin- und Muskelhaut hergestellte Verschuß an der Ausmündung des Proventriculus, wodurch bewirkt wird, daß nur die bereits sehr fein zermalmten Nahrungsstoffe in den Chylusmagen übergehen, während die vom Ösophagus continuirlich in den Kaumagen nachgeschobenen noch gröbereren Stoffe, die sich dortselbst mit den feineren mischen, die außerordentlich enge und überhaupt nur bei der Ausdehnung des Proventriculus offenstehende Mündung nicht passiren können.

Da ich über die Zeit, welche vergeht, bis bei einem Geradflügler die aufgenommene Nahrung den ganzen *Tractus intestinalis* durchläuft, mehre Versuche und zwar mit allen möglichen Vorsichts-

maßregeln angestellt habe, so will ich einen derselben hier anhangsweise mittheilen.

Am 11. April wurde eine Feldgrille (im letzten Entwicklungsstadium) in einem nicht luftdicht verschlossenen Glasgefäße eingesperrt. Nachdem das Thierchen am 12. April die letzten Excremente abgegeben, wurde das Gewicht desselben bestimmt. Es wog 0·726 Gramm. 10 Tage später, am 22. April, nahm ich das arme sicher vollständig ausgehungerte Insect aus seinem Kerker. Es hatte während seiner Haft 0·114 Gramm, also ungefähr $\frac{1}{5}$ seines früheren Gewichtes verloren. Als ihm nach der Wägung um 5 Uhr Abends Salatblätter verabreicht wurden, fiel es über dieselben, nach kurzem Betasten, mit einem wahren Heißhunger her und ließ sich das sonst so scheue Thierchen durch kleine Neckereien nicht im Mindesten stören, bis das ganze Futter verzehrt war. Hierauf kam das Thierchen in sein früheres Gefängniß zurück.

Um Mitternacht ließ nun dasselbe die ersten Exkremente fallen, woraus sich ergibt, daß das genannte Insect ungefähr 7 Stunden braucht, um die eingenommene Nahrung zu verdauen.

Proventriculus der Grillen.

Speziell über den Kaumagen dieser Orthopterenfamilie ist nach der früheren allgemeinen Darstellung dieses Organes weiter nichts Wesentliches zu bemerken, als daß bei diesen Thieren die Hauptplatten des Kaumagens stets aus drei an der Innenseite dieses Magens scheinbar deutlich von einander getrennten Theilen bestehen, nämlich aus einem mittleren und zwei von diesem verschiedenen unter sich aber gleichgestalteten Seitenstücken (Fig. 6, 7, 8, *H*, *h*).

Daß diese drei Stücke, die bei den von uns untersuchten Arten als: *Gryllus campestris*; *Gr. domesticus*; *Gr. melas* und *Oecanthus pellucidus* eine sehr große Übereinstimmung zeigen, in der That nur als eine einzige Platte aufzufassen sind, zeigt uns der entsprechende Muskelvorsprung, der eben aus einem einzigen Stücke besteht, an dem wir die Form der an der Innenseite des Proventriculus gesondert erscheinenden Stücke der Chitinplatten auf das Genaueste wieder erkennen. Demgemäß sehen wir auch auf der Außenseite des Chitingerüsts nur eine einzige vertiefte Stelle, die von der entsprechenden dreitheiligen Muskelplatte ausgefüllt wird.

Das Mittelstück der Hauptplatte zeigt eine 3—8zackige nach innen (und in der Zeichnung, wo diese Gebilde niedergedrückt sind, nach oben) spitz (bei *Gryllus*) oder stumpf (*Oecanthus*) zulaufende dreieckige Gestalt.

Bei *Gryllus melas*, wo die Höhe dieser Gebilde bei 0·12 Mm. beträgt, sind dieselben 6—3 meist aber 5zackig (Fig. 6, *H*), und durchschnittlich 10 Stücke in einer Verticalreihe angeordnet; bei *Gr. campestris* und *domesticus*, deren Proventriculus fast ganz gleichgeformt erscheint, 6—8zackig und kommen deren in einem Längsstreifen in der Regel bei 12, und zwar 0·14 Mm. hohe Platten vor; und endlich bei *Oec. pellecidus* sehen wir in einer Reihe 8—10 und zwar 6—8zackige Platten von 0·1 Mm. Höhe.

Die Gestalt der Seitenstücke ist bei den aufgezählten Grillenarten noch gleichförmiger als die der Mittelstücke. Dieselben stehen im Gegensatz zu den vertical auf der Unterlage (Fig. 6, *U*) postirten Mittelstücken mehr schief nach auswärts (d. i. gegen die Nebenplatten) gewendet und stellen einen am Rande mit vielen und sehr ungleich langen Zähnen versehenen Chitinbecher dar (Fig. 6, 7, 8, *h*).

Die Nebenplatten endlich bilden meistens kleine walzenförmige und oben zugespitzte Erhabenheiten, die sich auf einer meist von krummen Linien begrenzten viereckigen Grundlage erheben und an ihrem Rande dicht mit geraden und gekrümmten Chitinborsten besetzt sind.

Das Verhältniß zwischen der Breite der Unterlagen der Hauptplatten, der Höhe der letzteren und der Breite der Längsstreifen kann durch 5:2:0·7 ausgedrückt werden.

Proventriculus der Laubheuschrecken.

Die innere Chitinauskleidung im Kaumagen der Locustiden unterscheidet sich von jener der Grillen wesentlich nur durch die Gestalt der Hauptplatten.

In der Familie der Laubheuschrecken erscheinen nämlich die niemals (wie bei den Grillen) mit langen Zacken, sondern stets nur mit kleinen Zähnen und spitzen Höckern versehenen Hauptplatten immer als einfache (also niemals dreitheilige) Gebilde von meistens breitgedrückt kegel- (Fig. 5, *h*₃) oder plattenförmiger (Fig. 3, *h*₃) Gestalt.

Namentlich die plattenartigen Vorsprünge zeigen eine dreieckige Form, deren zwei gleiche Schenkel von einer krummen Linie gebildet werden, die an der Basis und an der Spitze eine concave und in der Mitte eine convexe Krümmung macht (Fig. 3, *h*₅).

Ein Analogon der Seitenstücke, wie wir sie an den Hauptplatten des Grillenproventriculus als Regel notirt haben, erblicken wir bei einer großen Reihe von Laubheuschrecken an dem großen zahn- oder kegelförmigen Vorsprung an der Basis der Hauptplatten, wenn derselbe auch nicht als ein von der Hauptplatte separirtes Chitinstück auftritt, wie wir das bei den Grillen gesehen haben.

Die Hauptplatten zeigen ferner bei diesen Thieren eine nach vorne concave und nach hinten convexe Seite, wodurch ein fester Zusammenhang der einzelnen in derselben Reihe stehenden Platten erzielt wird, indem sich die concave Vorderseite einer Platte an die convexe Rückseite der unmittelbar vorhergehenden Platte anschließt.

Bei allen von uns in Untersuchung gezogenen Laubheuschrecken, als: *Conocephalus mandibularis*, *Xyphidium fuscum*, *Locusta viridissima*, *L. cantans*, *L. caudata*, *Decticus verrucivorus*, *Platyceles grisea*, *P. brevipennis*, *P. bicolor*, *P. brachyptera*, *Thamnortizon apterus*, *Th. cinereus*, *Phaneroptera falcata*, *Orphanidia denticauda*, *Ephippigera vitium*, *Pterolepis pedestris*, *Odontura serricauda* und *Odontura Boscii* erscheinen die Hauptplatten mit Ausnahme jener von *Orphanidia denticauda* und *Ephippigera vitium* ziemlich gleich geformt, und an ihrer ganzen Oberfläche und namentlich an dem meist spitzbogig auslaufenden Ende derselben mit kleinen warzen- oder zahnförmigen Unebenheiten bedeckt.

Fig. 3, *h* stellt den Typus der Hauptplatten bei diesen Insecten dar. Die Variationen bei den einzelnen Arten beschränken sich hauptsächlich nur auf die relative Größe dieser Gebilde und die Form und Anzahl der auf denselben vorkommenden Rauigkeiten. Verschieden ist ferner bei den einzelnen Gattungen und Arten die Anzahl der in einer Verticalreihe stehenden Platten, welche im Minimum 7 (z. B. *Odontura Boscii*) und im Maximum 17 (z. B. *Decticus verrucivorus*) beträgt.

Die Gattung *Ephippigera* charakterisirt sich durch kegelförmige und glatte Kaumagen-Hauptplatten (Fig. 5, *h*), während andererseits bei dieser Form die Längsleisten mit Zähnen besetzt sind.

Von ganz besonderem Interesse ist ein Blick auf die Form und Anordnung der Chitinplatten im Proventriculus der *Orphanina denticauda*.

Während wir nämlich bei sämmtlichen von uns untersuchten Grillen und Laubheuschrecken im Kaumagen stets 6 Längssegmente mit je drei Plattenreihen unterscheiden, welche stets durch deutliche Leisten von einander getrennt sind, so sehen wir beim genannten Thiere an der Innenwandung des Kaumagens im Ganzen nur sechs congruente Plattenreihen, und keine Spur von Längsleisten. Zugleich sind die Platten nicht in der Mitte der Reihen am Stärksten entwickelt, sondern nur in der Halsgegend des Proventriculus zeigen dieselben eine derbere Consistenz und überhaupt jene Gestaltung, die wir an den meisten Hauptplatten der Locustiden kennen gelernt haben (Fig. 9, *h*), während sie nach hinten stetig an Größe abnehmen und gewöhnlich schon von der fünften Platte an nicht mehr gezähmelt, sondern einfach glatt, beinahe halbkreisförmig und überhaupt sehr schwach erscheinen. Von der achtzehnten (letzten) Platte an nimmt die Chitinauskleidung die Form eines Stranges an, der mit einer ganz eigenthümlichen unten ausgezackten Anschwellung (Fig. 9, *a*) endet. Letztere ist so wie der untere Theil des Stranges schön purpurroth pigmentirt, wie denn die ganze Chitinhaut des Proventriculus dieses Insectes eine mehr röthlichbraune als weißlich- oder graulichgelbe Farbe besitzt. Da, wenn auch in geringem Grade, auch die Speiseröhre in ihrem Innern ein ähnlich gefärbtes Pigment zeigt, so liegt die Vermuthung nahe, daß das genannte Insect sich hauptsächlich von Pflanzen nähre, deren Säfte, in den Magen gebracht, eben jene röthliche Färbung der Chitinhaut veranlassen.

Durch die eben besprochene Verminderung der Kaumagenplatten nähert sich der Kaumagen der *Orphanina* jenem der Blattiden, wo wir im Ganzen nur sechs Platten unterscheiden, die verhältnißmäßig sehr groß und wie die Blätter eines Buches nicht der Quere (wie bei den Grillen und Laubheuschrecken), sondern der Länge nach an der Innenwandung des Blattidenkaumagens angeordnet sind (Fig. 10).

Die bei fast allen Laubheuschrecken gleichartig entwickelten Nebenplatten endlich haben durchgehends die Form eines an der Basis mehr minder breiten plattgedrückten Kegels, der sich auf einer rautenförmigen oder mehr rechteckigen Grundlage erhebt (Fig. 3, *n*, *u*).

Erklärung der Abbildungen.

Tafel I.

- Fig. 1 ¹⁾. Der von der Muskelhaut entblößte Kaumagen einer Feldgrille. *h* ist eine Vertiefung an der Außenseite des Chitingerüstes, die einer Hauptplatte im Innern entspricht, *n* eine Vertiefung, die einer Nebenplatte, und *l* die Rinne, welche der inneren Chitinleiste entspricht, *a* eiförmige Anschwellung der Chitinhaut an der Ausmündung des Proventriculus.
- Fig. 2. Aufgeschnittener Kaumagen einer *Decticus verrucivorus*. *Oe* Endstück des Ösophagus, *P* Proventriculus, *h* Chitinhaut-, *n* Chitinnebenplatte, *h'* Fortsetzung der Haupt-, *n'* Fortsetzung der Nebenreihen im Ösophagus, *σ* vordere, *μ* hintere Einschnürung des Kaumagens, *l* Chitinleiste, *a* Anschwellung der Chitinhaut, *s* Ansicht der facettierten Außenseite der Ösophagus-Chitinmembran, *t* Schüppchen von der Innenseite derselben.
- Fig. 3. Stück eines chitinösen Längsstreifens aus dem Kaumagen von *Decticus verrucivorus*. Buchstabenbedeutung wie oben.
- Fig. 4. Detto von *Xyphidium fuscum*.
- Fig. 5. Detto von *Ephippigera vitium*.

Tafel II.

- Fig. 6. Detto von *Gryllus melas*. *H* Mittel-, *h* Seitenstücke der Hauptplatten, *U* Grundlage der Haupt-, *u* Grundlage der Nebenplatten.
- Fig. 7. Detto von *Oecanthus pellucidus*.
- Fig. 8. Detto von *Gryllus campestris*.
- Fig. 9. Chitinöse Plattenreihen aus dem Kaumagen von *Orphania denticanda*.
- Fig. 10. Die 6 großen Chitinplatten aus dem Kaumagen einer *Periplaneta orientalis*.
- Fig. 11. Ein vollständiger Längsstreifen von der Innenseite des Proventriculus von *Pterolepis pedestris*.

¹⁾ Sämmtliche Gegenstände sind vergrößert dargestellt; die natürliche Größe (*m. n.*) wird bei den einzelnen Figuren durch Linien angezeigt.

Tafel III.

- Fig. 12. Endstück des Ösophagus (*Oe*), *Appendices ventriculares* (*A*) und Anfang des Chylusmagens (*M*) von *Orphanía denticauda*. *T* Tracheen-äste, *r* wurmförmige Schläuche in den *Appendices*.
- Fig. 13. Längsdurchschnitt durch den Fig. 12 bezeichneten Abschnitt des *Tractus intestinalis* bei demselben Insecte. Die ganz dunkel schattirte Partie (*V*) stellt das Vacuum des Darmeanals, die quergestrichelte die Muskelhaut *m* (*m'* Vorsprünge derselben), der weiß gelassene Theil die Chitinmembran (*ch*) und die getüpfelte Partie die Drüsenzellschichte (*d*) vor.
- Fig. 14. Gregarinen (*G*) aus den *Appendices v* einer Feldgrille, und zwar σ solche mit herzförmig zugespitztem und *i* solche mit oblongem Vordertheil.
- Fig. 15. Theilweise von der Chitinhaut entblößtes Mittelstück einer Hauptplatte vom Kaumagen einer Feldgrille, um die Muskelpartie *m* und die hohle Chitinmembran *ch* desselben zu veranschaulichen.
- Fig. 16. Gangliöse Anschwellung des *Nervus sympathicus* auf den *Appendices v* einer Feldgrille.
-